

УДК 528.7

АНАЛИЗ РАСЧЕТА ЭЛЕМЕНТА ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО РАЗРЕШЕНИЯ ПРИ СКАНИРОВАНИИ СНИМКОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ГРАФИЧЕСКИХ ФОТОПЛАНОВ И СНИМКОВ

канд. техн. наук, доц. А.А. МИХЕЕВА
(Полоцкий государственный университет)

Анализируются формулы расчета разрешения при сканировании для обеспечения разрешающей способности графических фотопланов и разрешающей способности снимка, приведенные в Инструкции по фотограмметрическим работам при создании топографических карт и планов. Что касается графических фотопланов, то не понятен сам термин «графический фотоплан» и для какой цели этот «графический фотоплан» можно применять. В Инструкции не должно быть ни двойных толкований, ни спорных. Кроме того, разрешающая способность «графических фотопланов», рассчитанная по формуле связи разрешения при сканировании и разрешающей способности, низкая. Разрешающая способность снимка действительно играет значительную роль при дешифрировании, важно правильно рассчитать разрешение при сканировании снимков, обеспечивающих качественное дешифрирование. Однако в формуле не учтены масштабы аэроснимков и создаваемых карт (планов). В результате по снимкам разных масштабов, полученных для создания карты конкретного масштаба, получили одинаковые значения элемента геометрического разрешения, но разные размеры объектов дешифрируемых с заданной вероятностью, чего быть не должно.

В Инструкции по фотограмметрическим работам [1] для обеспечения разрешающей способности графических фотопланов рекомендована следующая формула:

$$P_p = 70 \cdot \frac{M_k}{M_c}, \quad (1)$$

где M_k – знаменатель масштаба изготавливаемой карты (плана); M_c – знаменатель масштаба снимков; 70 мкм – разрешающая способность графического фотоплана.

Разрешающая способность R – это способность давать отдельно изображение двух близко расположенных линий, которая выражается наибольшим числом параллельных линий, воспроизводящихся на отрезке длиной 1 мм [2 – 4]. Размерность разрешающей способности – лин./мм, или 1/мм, или мм^{-1} . Так что 70 мкм – это не разрешающая способность, а скорее всего разрешение. Разрешение – это размер минимального объекта, еще отдельно изображающегося на снимке [2]. Такой минимальный размер объекта в принятых нами обозначениях можно вычислить по формуле [2]:

$$P_p = \frac{1}{2R}. \quad (2)$$

На основании формулы (2) по величине разрешения P_p можно рассчитать разрешающую способность

$$R = \frac{1}{2P_p}. \quad (3)$$

Примем масштаб создаваемой карты 1:Мк – 1:10000. Для создания карты отмеченного масштаба аэрофотосъемка может быть выполнена в разных масштабах 1:Мс, например, 1:10000; 1:15000; 1:20000.

Для перечисленных масштабов рассчитаем разрешение при сканировании по формуле (1), а по формуле (3) вычислим разрешающую способность. Результаты расчетов приведем в таблице 1.

Таблица 1

Расчет разрешения при сканировании и разрешающей способности графических фотопланов

1:Мс	1:10000	1:15000	1:20000
$P_p = 70 \frac{M_k}{M_c}$, мкм (1)	70	47	35
$R = \frac{1}{2P_p}$, мм^{-1} (3)	7	11	14

С уменьшением масштаба фотографирования разрешающая способность должна быть больше, что и показывают вычисления. Однако полученная разрешающая способность очень низкая. С такой разрешающей способностью о качественном дешифрировании фотопланов речи быть не может. Более того, не понятно, что означает термин графический фотоплан. Возможно, здесь речь идет о графических планах, т.е. об уже созданной карте без фотоизображения? Тогда зачем рассчитывать разрешение при сканировании для обеспечения разрешающей способности «графических фотопланов»? В Инструкции, как известно, не должно быть ни спорных, ни двойных толкований.

Для дешифрирования большое значение имеет разрешающая способность как аэрофотонегатива, так и цифрового изображения. Разрешающая способность цифрового изображения зависит от разрешения, с каким был отсканирован снимок.

При расчете оптимального элемента геометрического разрешения для обеспечения разрешающей способности снимка P_R в инструкции [1] предложена следующая формула:

$$P_R = \frac{0,4}{R}, \quad (4)$$

где R – разрешающая способность исходного снимка (в Инструкции при расчете принята величина $R = 40 \text{ мм}^{-1}$).

Мы также в расчетах примем это значение.

Кроме того, разрешающую способность снимка R можно рассчитать по формуле (3).

Рассчитаем требуемое разрешение для сканирования, обеспечивающее качественное дешифрирование при разрешающей способности снимка $R = 40 \text{ мм}^{-1}$, используя формулу (4), и по полученному разрешению вычислим разрешающую способность по формуле (3). Для расчета воспользуемся уже принятыми масштабами аэрофотосъемки и создаваемой карты. Результаты приведем в таблице 2.

Таблица 2

Расчет разрешения при сканировании и разрешающей способности снимка для обеспечения качественного дешифрирования

1	M_C	10000	15000	20000
2	$P_R = \frac{0,4}{R}, \text{ мкм} \quad (4)$	10	10	10
3	$R = \frac{1}{2P_R}, \text{ мм}^{-1} \quad (3)$	50	50	50
4	$P'_R, \text{ мм}^{-1}$	12,5	12,5	12,5

Анализируя таблицу 2, видим, что разрешающие способности R , вычисленные по формуле (3) и принятые в формуле (4), разные, чего быть не должно. Похоже, что коэффициент 0,4 в формуле (4) ошибочен. Примем элемент геометрического разрешения $P_R = 10 \text{ мкм}$, разрешающую способность снимка $R = 50 \text{ мм}^{-1}$ (табл. 2, строка 3) и пересчитаем в формуле (4) коэффициент, который оказался равным 0,5, тогда формула (4) примет вид:

$$P'_R = \frac{0,5}{R} = \frac{0,5}{40} = 12,5 \text{ мкм}, \quad (5)$$

то есть, чтобы получить разрешающую способность $R = 40 \text{ мм}^{-1}$, снимки необходимо сканировать с разрешением 12,5 мкм.

Подставив это значение в формулу (3), получаем $R = 40 \text{ мм}^{-1}$, что и принято при расчете в Инструкции [1].

Проверим вычисления по формуле (5) при разных значениях разрешающей способности R . Проверку произведем по формуле (3). Результаты расчетов приведены в таблице 3.

Таблица 3

Расчет разрешения при сканировании и разрешающей способности снимка при коэффициенте 0,5

Разрешающая способность снимка $R, \text{ мм}^{-1}$	40	50	70	100
$P_R = 0,5/R, \text{ мкм} \quad (5)$	12,5	10,0	7,1	5,0
$R = 1/2P_R, \text{ мм}^{-1} \quad (3)$	40	50	70	100

Как видим, получили одинаковые значения: заданных разрешающих способностей снимка и вычисленных по формуле (3) при рассчитанных значениях разрешения при сканировании P'_R по формуле (5).

Полученный коэффициент в формуле (5), равный 0,5, подтверждает и формула (2):

$$P_P = \frac{1}{2R} = \frac{0,5}{R}. \quad (6)$$

Вернемся к таблице 2, из которой следует, что при разных масштабах аэрофотосъемки получили одно значение разрешения при сканировании – строки 2 и 4. Масштабы фотографирования 1:М_с были разными, следовательно, и дешифровочные возможности снимков будут разные.

Рассчитаем минимальный размер объекта S_{min} , который будет изображен на снимке, по формуле [2]:

$$S_{min} = \frac{M_c}{2R}, \quad (7)$$

где M_c – знаменатель масштаба снимка; R – разрешающая способность исходного снимка, примем $R = 40 \text{ мм}^{-1}$.

Дешифровочные возможности проверим по вероятности дешифрирования P , которую можно рассчитать по формуле [2]:

$$P = \exp \left[- \left(B \frac{S_{min}}{D} \right)^2 \right], \quad (8)$$

где D – геометрический размер распознаваемого объекта (диаметр, диагональ, длина и т.п.); B – коэффициент распознавания формы простого объекта, так как объекты, имеющие одинаковые размеры, но отличающиеся по форме, распознаются с различной степенью достоверности [2].

В работе [2] приведены коэффициенты для объектов с простейшими геометрическими формами: круг, квадрат, прямоугольник, угол, стенка. Мы в расчетах примем среднее значение коэффициента распознавания $B = 1,62$, также приведенного в работе [2].

Также в работе [2] отмечается: требовать, чтобы вероятность была равна или близка к единице, не всегда возможно и целесообразно. Считается вполне удовлетворительным результат дешифрирования, характеризующийся вероятностью распознавания 0,75. При этом большинство задач, стоящих перед дешифрированием, будет выполнено с минимумом затрат на производство дешифрирования.

Если нет возможности выполнить вычисления по формуле (8), получим нужный нам результат, если $\frac{BS_{min}}{D} = 0,53$, откуда легко определить размер дешифрируемого камерального объекта D с вероятностью 75 % по формуле:

$$D = \frac{BS_{min}}{0,53} = 1,887 BS_{min}. \quad (9)$$

Результаты расчета минимального размера, изображаемого на снимке объекта S_{min} , и размера распознаваемого объекта D при вероятности распознавания 0,75 приведены в таблице 4.

Таблица 4

Результаты расчета минимального размера объекта, отобразившегося на снимке S_{min} , и размера распознаваемого объекта D с вероятностью 0,75

M_c	10000	15000	20000
S_{min} , см	12,5	18,8	25,0
D , см	38,2	57,5	76,4

В таблице 4 вычисления размеров распознаваемых объектов выполнены по формуле (9). Проверка осуществлена по формуле (8). Вероятность распознавания составила 0,75. Как видим, при уменьшении масштаба съемки увеличивается размер объектов, которые сможем отдешифрировать камерально. Следовательно, в формуле расчета разрешения при сканировании должны присутствовать как масштаб создаваемой карты (плана), так и масштаб используемых аэрофотонегативов. Чем мельче масштаб аэрофотоснимков, тем более крупные объекты сможем отдешифрировать камерально.

В зависимости от масштаба создаваемой или обновляемой карты (плана) размер объектов, отображаемых на карте (плане), разный. Чем мельче масштаб карты или плана, тем меньшее число объектов отображается. Например, террасы, линии связи, индивидуальные гаражи, клумбы, люки коммуникаций и др. показывают только на планах масштаба 1:2000 и крупнее [6], а на картах масштаба 1:25000 обобщенно дается внутриквартальная застройка, порой исключают нежилые строения [7]. Площадные объекты (озера, газоны, сады, лесные поляны и др.) отображают в зависимости от размера занимаемой ими площади [6; 7].

Вопрос о формуле расчета разрешения при сканировании для обеспечения разрешающей способности снимка сложный и требует дополнительных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании топографических карт и планов. – Минск: УП «БелНИЦЗЕМ», 2003. – 78 с.
2. Живичин, А.Н. Дешифрирование фотографических изображений / А.Н. Живичин, В.С. Соколов. – М.: Недра, 1980. – 253 с.
3. Савиных, В.П. Аэрокосмическая фотосъемка / В.П. Савиных, А.С. Кучко, А.Ф. Стеценко. – М.: «Картгеоцентр»-«Геодезиздат», 1997. – 378 с.
4. Стеценко, А.Ф. Проектирование аэрофотосъемочных работ: учеб. пособие / А.Ф. Стеценко. – М.: Изд. МИИГАиК, 1995. – 48 с.
5. Кучко, А.С. Аэрофотография / А.С. Кучко. – М.: Недра, 1974. – 272 с.
6. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000; 1:2000; 1:1000; 1:500. – М.: Недра, 1989. – 286 с.
7. Руководство по картографическим и картоиздательским работам / В.А. Бабичев [и др.]. – М.: Ред.-издат. отдел ВТС, 1978. – 111 с.

Поступила 03.12.2012

ANALYSIS OF THE FORMULAS FOR CALCULATION OF GEOMETRICAL RESOLUTION AT SCANNING FOR ENSURING OF GRAPHIC PHOTOPLANS RESOLUTION AND THE RESOLVING POWER OF A PHOTOGRAPH

A. MIKHEEVA

In the instruction on photogrammetrical works at creation of topographic maps and plans formulas for calculating resolution at scanning for ensuring of graphic photoplans resolution and the resolving power of a photograph are given. As for graphic photoplans the term "graphic photoplan" itself is not clear and it is not clear what it can be applied for. The instruction mustn't contain any dual or questionable interpretations. Moreover the "graphic photoplans" resolving power calculated by formula of the connection between scanning and resolving power is low. The resolving power of a photograph plays a really important role in the decoding and it is necessary to calculate correctly the resolution at scanning of the photographs which ensure a qualitative decoding. But the scales of aerial photographs and maps made are not taken into account in the formula. As a result when using photographs of different scales the equal values of the geometrical element resolution were obtained but different object dimensions being decoded with specified probability, which must not happen. The issue of the formula for calculating of the resolution at scanning for ensuring the qualitative decoding is not easy and requires further studies.